

SIMTEK6477



IN THE UNITED STATES PATENT OFFICE

2834  
Hw/B

In re Application of  
Susumu Ando

App. No.: 10/065474  
Filed: 10/22/2002  
Conf. No.: 5659  
Title: PERMANENT MAGNET TYPE  
ROTARY ELECTRIC DEVICE  
Examiner: G. Perez  
Art Unit: 2834  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Arlington, VA 22313-1450

I hereby certify that this correspondence and all  
marked attachments are being deposited with  
the United States Postal Service as first class  
mail in an envelope addressed to: Commissioner  
for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA  
22313-1450 on:

September 15, 2004

Ernest A. Beutler  
Reg. No. 19901

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Dear Sir:

In support of applicants' priority claim made in the declaration of this application, enclosed  
herewith is a certified copy of Japanese Application, Serial Number 2001-330552, filed 10/29/2001.  
Pursuant to the provisions of 35 USC 119 please enter this into the file.

Respectfully submitted:

Ernest A. Beutler  
Reg. No. 19901

Phone (949) 721-1182  
Pacific Time

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年10月29日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-330552

[ST.10/C]:

[JP2001-330552]

出 願 人  
Applicant(s):

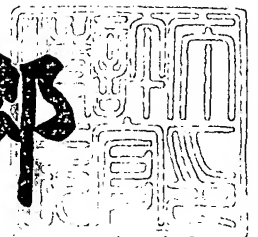
株式会社モリック

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2002年10月25日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎





【書類名】 特許願

【整理番号】 YMHP17583M

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 F02D 43/00

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県周智郡森町森 1 4 5 0 番地の 6 株式会社モリッ  
                                ク内

    【氏名】 安藤 勸

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県周智郡森町森 1 4 5 0 番地の 6 株式会社モリッ  
                                ク内

    【氏名】 高橋 秀明

【特許出願人】

    【識別番号】 000191858

    【氏名又は名称】 株式会社モリック

【代理人】

    【識別番号】 100082223

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 山田 文雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100094282

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 山田 洋資

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 040291

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 永久磁石式回転電機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ポール数  $P$  が 4 以上の偶数である永久磁石式ロータと、スロット数  $S$  が  $P$  の倍数でないステータとを有する永久磁石式回転電機において、

全ての前記永久磁石を略同一形状としかつ周方向に略等間隔に配置すると共に、永久磁石がロータ中心に対して張るマグネット角度をコギング数がスロット数  $S$  とポール数  $P$  の最小公倍数の 2 以上の整数倍になるように設定したことを特徴とする永久磁石式回転電機。

【請求項 2】 ロータの N 極と S 極の永久磁石にそれぞれ作用するトルクの大きさをコンピュータ数値解析によって別々に求め、両者が互いにほぼ打ち消し合ってコギング数がスロット数  $S$  とポール数  $P$  の最小公倍数の 2 倍になるようにした請求項 1 の永久磁石式回転電機。

【請求項 3】 回転電機は DC モータであり、スロット数  $S$  が 18、ポール数  $P$  が 4 であり、永久磁石がロータ中心に対して張るマグネット角度を約  $67.5^\circ$  とした請求項 1 または 2 の永久磁石式回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、複数の永久磁石を周方向にその極性が交互に変化するように設けた永久磁石式ロータを用いた永久磁石式回転電機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

複数の永久磁石を固定した永久磁石式ロータを用いるブラシレス DC モータや発電機などの回転電機が公知である。この種のモータでは、固定子（ステータ）の内側あるいは外側に永久磁石式ロータを配設し、このロータの回転に同期して固定子が形成する回転磁界を制御することによりロータを回転させるものである。また発電機では、ロータの回転によって固定子コイルに電圧を誘起させるものである。

## 【 0 0 0 3 】

ここにロータは複数の永久磁石を周方向に等間隔に配設している。また固定子のスロットも周方向に等間隔に配設している。発電機として用いる場合には、発電出力が 0 の状態でロータを回転させるのに必要なトルク（コギングトルクという）が小さいのが望ましい。このコギングトルクが大きいとロータを回転するエンジンなどの駆動力を大きくする必要が生じ、また振動も大きくなる。モータとして用いる場合には空転時の駆動トルクが大きくなり、また回転時の振動が大きくなる。

## 【 0 0 0 4 】

ここにロータの 1 回転で発生するコギング数は、ステータのスロット数  $S$  と、ロータの永久磁石の極数（ポール数） $P$  の最小公倍数になる。またコギングトルクは、このコギング数の 2 乗の逆数  $[1 / (\text{コギング数})^2]$  に比例する。

## 【 0 0 0 5 】

従って、ロータのコギングトルクや回転変動を小さくするための第 1 の方法としては、磁極数を増やすことが考えられる。例えば固定子のスロット数（コイルを入れる溝の数）を 9 とし、ロータの磁極数（ポール数）を 8 としたモータや発電機、すなわち 9 スロット・8 ポール構造としたものが公知である。この場合のコギング周波数は  $72 / 1$  回転となり十分に高くなる。従ってコギングトルクも十分に小さくなる。

## 【 0 0 0 6 】

第 2 の方法はロータの永久磁石やステータのスロットを軸方向に対して傾斜させて配置するものである（いわゆるスキューを付与する）。この方法は磁場の周方向の分布変化を緩やかにすることによってコギングトルクを小さくするものである。

## 【 0 0 0 7 】

## 【発明が解決しようとする課題】

前記第 1 の方法ではポール数  $P$  やスロット数  $S$  を大きくすることが必要で、これら  $n$  や  $m$  が大きくなるのに伴ってロータやステータの構造が複雑になり、部品点数の増加と組立工数の増加を招くことになる。

## 【 0 0 0 8 】

また前記第 2 の方法では、特殊形状の永久磁石を製作しなければならないため、製作工数が増え、製作・組立てを自動化するのに適さない、という問題がある。

## 【 0 0 0 9 】

この発明はこのような事情に鑑みなされたものであり、コギングトルクを小さくすることができ、また製作工数が増えず製作を自動化するのに適する永久磁石型回転電機を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 0 】

## 【発明の構成】

発明者はモータのコギングトルクをコンピュータ解析した結果、ある条件の下では、ロータ 1 回転当たりのコギング数が、スロット数  $S$  とポール数  $P$  の最小公倍数の整数倍になることを知った。このようになる条件の 1 つは、永久磁石がロータ中心に対して張る角度（マグネット角度）であることを知った。この発明はこの解析結果に基づいて、永久磁石のマグネット角度を適切に調整することによってコギング数を大きくし、コギングトルクを小さくするものである。

## 【 0 0 1 1 】

この発明によれば前記の目的は、ポール数  $P$  が 4 以上の偶数である永久磁石式ロータと、スロット数  $S$  が  $P$  の倍数でないステータとを有する永久磁石式回転電機において、全ての前記永久磁石を略同一形状でかつ周方向に略等間隔に配置すると共に、永久磁石がロータ中心に対して張るマグネット角度をコギング数がスロット数  $S$  とポール数  $P$  の最小公倍数の 2 以上の整数倍になるように設定したことを特徴とする永久磁石式回転電機、により達成される。

## 【 0 0 1 2 】

コギング数がスロット数  $S$  とポール数  $P$  の最小公倍数の整数倍になる条件は、実際に寸法が異なる多数の永久磁石を用いて実験することにより求めてもよいが、コンピュータ解析により求めるのがよい。このコンピュータ解析を行う場合は、永久磁石の N 極のみに作用するトルクと S 極のみに作用するトルクとを別々に求められるコンピュータ解析ソフトウェアを用いるのがよい。このソフトウェア

を用いて、N極およびS極に作用するトルクが互いにほぼ打消し合うような永久磁石の形状、特にロータ中心に対する張り角（マグネット角度）を求めればよい。このような目的で利用できるコンピュータソフトウェアとしては、例えば、「アンソフト・ジャパン株式会社」が提供しているエレクトロメカニカル設計用電磁場解析ツールであるソフト名「Maxwell 2D Field Simulator」を用いることができる。

## 【 0 0 1 3 】

この発明はDCブラシレスモータやDCブラシ付きモータなどのDCモータに適用することができ、この場合にスロット数 $S = 18$ 、ポール数 $P = 4$ として前記のコンピュータ解析を行った結果、永久磁石のロータ中心に対して張るマグネット角度 $\theta$ を約 $67.5^\circ$ とすればよいことが解った。なお $\theta$ はこの角度以外の約 $57^\circ$ とした時にも、ほぼ同様の効果が得られることが解った。

## 【 0 0 1 4 】

## 【実施態様】

図1はこの発明の一実施態様である18スロット・4ポールのアウトロータ型ブラシレスDCモータあるいは発電機の構成を示す図である。図2はそのN・S極の永久磁石に作用するトルクおよびコギングトルクの変化を示す図である。

## 【 0 0 1 5 】

ステータ（固定子）10は放射状に突出する18個の磁極歯12を持ち、各磁極歯12には、U、V、W相のコイルが巻かれている。図1でU（ $\neg$ 付き）、V（ $\neg$ 付き）、W（ $\neg$ 付き）は、U、V、Wの逆方向に巻かれたコイルであることを示す。

## 【 0 0 1 6 】

ロータ14は、略有底円筒状のヨーク16と、このヨーク16の内周面に固着された4個の永久磁石18とを持つ。ヨーク16は鉄などの磁性材で作られている。4個の永久磁石18は同一形状であり周方向に等間隔に配置される。すなわち各永久磁石18は $90^\circ$ 間隔に配置される。

## 【 0 0 1 7 】

この結果2つの対称位置の永久磁石18には同一相の磁極歯12が対向する。



すなわち図 1 に示すように、ロータ 1 4 の或る角度位置では、2 つの N 極の永久磁石 1 8 N, 1 8 N には、W (―付き), U, V (―付き) 相の磁極歯 1 2 が時計回りに順番に対向している。同様に S 極の永久磁石 1 8 S, 1 8 S には、W, U (―付き), U (―付き), V 相の磁極歯 1 2 が時計回りに順番に対向している。

## 【 0 0 1 8 】

各永久磁石 1 8 の形状は前記の通り同一であるが、そのロータ中心に対して張る角度 (マグネット角)  $\theta$  は、コンピュータ解析によって決められる。ここに用いるコンピュータのソフトウェアとしては、例えば「アンソフト・ジャパン株式会社」(本社・神奈川県横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 2 0) が販売しているソフト名「Maxwell 2D Field Simulator」を用いることができる。このソフトウェアはエレクトロメカニカル設計用電磁場解析ツールの 1 つであり、ある個所に働くトルクを知りたい時に、その箇所を選定することによってここに作用するトルクを算出することができるものである。

## 【 0 0 1 9 】

従ってこのソフトウェアを用いて、永久磁石のマグネット角度  $\theta$  や永久磁石の寸法、配置を始め種々の条件を入力し、N 極の永久磁石 1 8 N に作用するトルク  $T_N$  と S 極の永久磁石 1 8 S に作用するトルク  $T_S$  とを別々に求めることができる。またこれら N 極および S 極の永久磁石 1 8 N, 1 8 S に加わるトルク  $T_N$ ,  $T_S$  を加算することによってロータ 1 4 に発生するコギングトルク  $T_{(N+S)}$  を求めることができる。

## 【 0 0 2 0 】

図 2 の (A), (B), (C) は永久磁石 1 8 のマグネット角度  $\theta$  を  $60^\circ$ ,  $67.5^\circ$ ,  $70^\circ$  に変化させ、他の条件を同一として求めたトルクの変化を示すものである。なおこれらの図においてはトルク  $T_N$ ,  $T_S$ ,  $T_{(N+S)}$  はそれぞれ N, S, N+S と表示されている。また横軸は機械角 (deg) を示し、この機械角の  $20^\circ$  は電気角の  $40^\circ$  に対応する。

## 【 0 0 2 1 】

このような解析の結果、マグネット角度  $\theta = 60^\circ$  の場合には (図 2 の (A))

参照)、トルク  $T_N$  と  $T_S$  の正負の山の位置が機械角で  $5^\circ$  (電気角で  $10^\circ$ ) づれているから、これらのトルクの和であるコギングトルク  $T_{(N+S)}$  は機械角で  $10^\circ$  の中で正負に大きく変化する。すなわちコギングトルク  $T_{(N+S)}$  の山はロータ 14 の 1 回転の間に 36 回出現し、その山を越えるためのコギングトルク  $T_{(N+S)}$  は約  $0.054 \text{ N} \cdot \text{m}$  となっている。

## 【0022】

同様にマグネット角度  $\theta = 70^\circ$  とした場合には(図2の(C)参照)、 $T_N$  と  $T_S$  の山は図2上で左側へ移動するが、 $\theta = 60^\circ$  の場合と同様にロータ 14 の 1 回転に対して 36 回出現している。その山を乗り越えるためのコギングトルク  $T_{(N+S)}$  は約  $0.022 \text{ N} \cdot \text{m}$  となっている。

## 【0023】

一方マグネット角度  $\theta = 67.5^\circ$  とした場合には(図2の(B)参照)、トルクの様子は大きく変化している。すなわちN極の永久磁石 18 N に作用するトルク  $T_N$  と S 極の永久磁石 18 S に作用するトルク  $T_S$  との山が生じる機械角が極めて接近することになる。その結果これらの和  $T_{(N+S)}$  の山は(A)、(B)の場合に比べて  $1/2$  の周期で表れ、ロータ 14 の 1 回転に対して 72 回出現する。またこの山を乗り越えるためのコギングトルク  $T_{(N+S)}$  は  $0.008 \text{ N} \cdot \text{m}$  となっている。

## 【0024】

以上の解析の結果、マグネット角度  $\theta = 67.5^\circ$  の時には、ロータ 14 の 1 回転内に発生するコギング数は 72 回であって、スロット数  $S (=18)$  とポール数  $P (=4)$  の最小公倍数 36 の 2 倍となっていることが解る。

## 【0025】

この実施態様では、マグネット角度  $\theta$  を  $\theta = 67.5^\circ$  付近に設定するものであるが、 $\theta = 60^\circ$  以下の範囲内にも同様にコギング数が大きくなるマグネット角度  $\theta$  があり得る。例えば  $\theta = 57^\circ$  付近にも好ましいマグネット角度  $\theta$  があることが予想される。この発明は、アウトロータ型のモータや発電機だけでなく、インナロータ型のものも包含する。

## 【0026】

## 【他の実施態様】

図 3 は他の実施態様である DC ブラシ付きモータの側断面図、図 4 はそのロータコイルの巻線仕様図である。

## 【0027】

図 3 において符号 50 はステータであり、円筒状のヨーク 52 と、その内周面に固着された永久磁石 54 とを持つ。永久磁石 54 は前記図 1 に示したモータの磁石 18 と同様に 4 個等間隔に配列される。すなわちマグネット角度を約  $67.5^{\circ}$  としたものを用いる。

## 【0028】

56 はロータであり、ロータ軸 58 に固定されたコア 60 を持つ。コア 60 は、ステータ 50 の内周面に向かって放射状に等間隔に突出する 18 個のロータ歯 62 (図 4 参照) を持ち、各ロータ歯 62 にはコイル 64 がそれぞれ巻付けられている。コイル 64 はロータ軸 58 に固定した 18 個のコミュテータ (整流子) 66 に、図 4 に示すように接続されている。

## 【0029】

ロータ 56 は、ステータ 50 のコア 52 を両側から挟む一对のケース 68、70 に軸受 72、74 によって軸支される。一方のケース 68 の内面には 4 個のブラシホルダ 76 が等間隔に保持され、各ブラシホルダ 76 にそれぞれ保持されたブラシ 78 がコミュテータ 66 に摺動可能に弾接している。

## 【0030】

この実施態様によれば前記図 1、2 に示したものと同様にコギング数が 72 回になり、ロータ 56 のスロット数  $S (= 18)$  とステータ 50 のポール数  $P (= 4)$  の最小公倍数 32 の 2 倍にすることができる。このためコギングトルクを著しく小さくすることができる。

## 【0031】

## 【発明の効果】

請求項 1 の発明によれば、永久磁石のマグネット角度  $\theta$  を適切に設定することにより、ロータのコギング数がスロット数  $S$  とポール数  $P$  の最小公倍数の 2 倍以上の整数倍になるようにしたものであるから、コギングトルクを著しく小さくす

ることができる。また永久磁石や磁極歯をロータ軸に対して傾斜させる場合のように製作工数が増大せず、製作を自動化するのに適する。

【 0 0 3 2 】

最適なマグネット角度  $\theta$  を求めるためには、コンピュータ数値解析を行うのがよい。この場合N極とS極の永久磁石に作用するトルク  $T_N$ 、 $T_S$  を別々に求め、両者の正負の山が接近してこれら  $T_N$ 、 $T_S$  が互いにほぼ打ち消し合うようにする（請求項2）。この発明はDCモータに適用することができ、例えばスロット数  $S = 18$ 、ポール数  $P = 4$  とした場合には、マグネット角  $\theta = 67.5^\circ$  とするのがよい（請求項3）。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施態様の構成を示す図

【図2】

N極、S極に作用するトルクおよびコギングトルクの変化を示す図

【図3】

他の実施態様を示す側断面図

【図4】

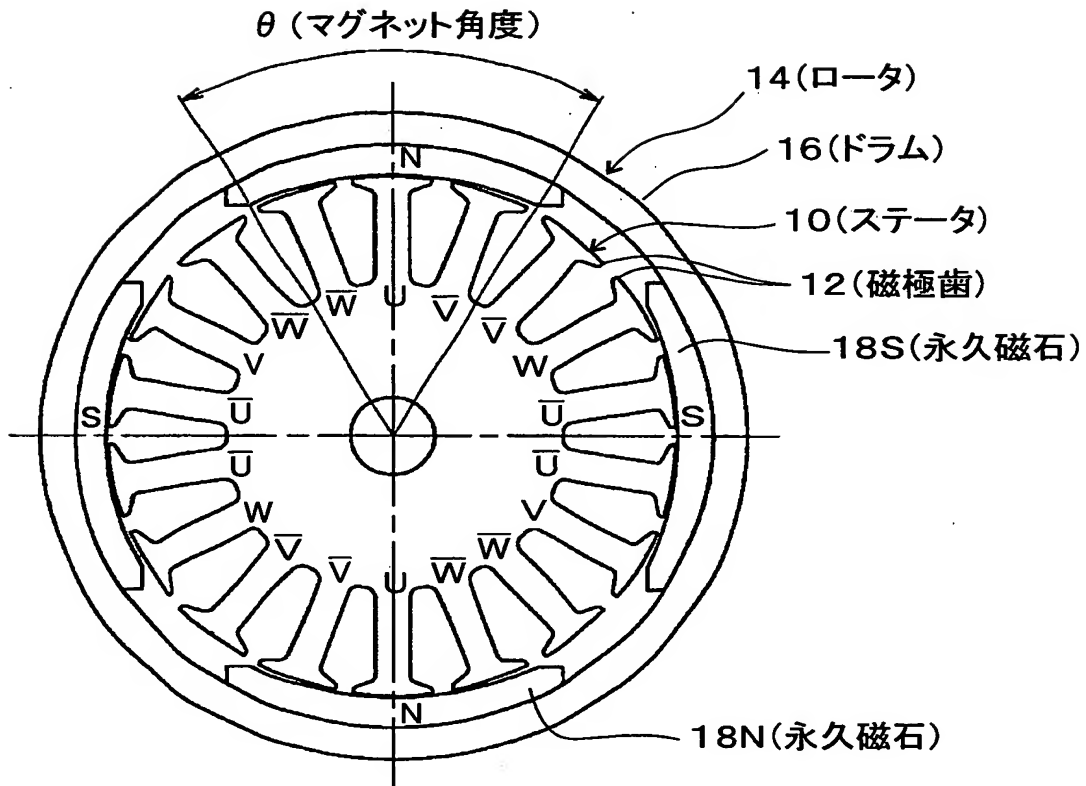
同じくそのコイルの巻線仕様図

【符号の説明】

- 10、50 固定子（ステータ）
- 14、56 ロータ
- 18、54 永久磁石

【書類名】 図面

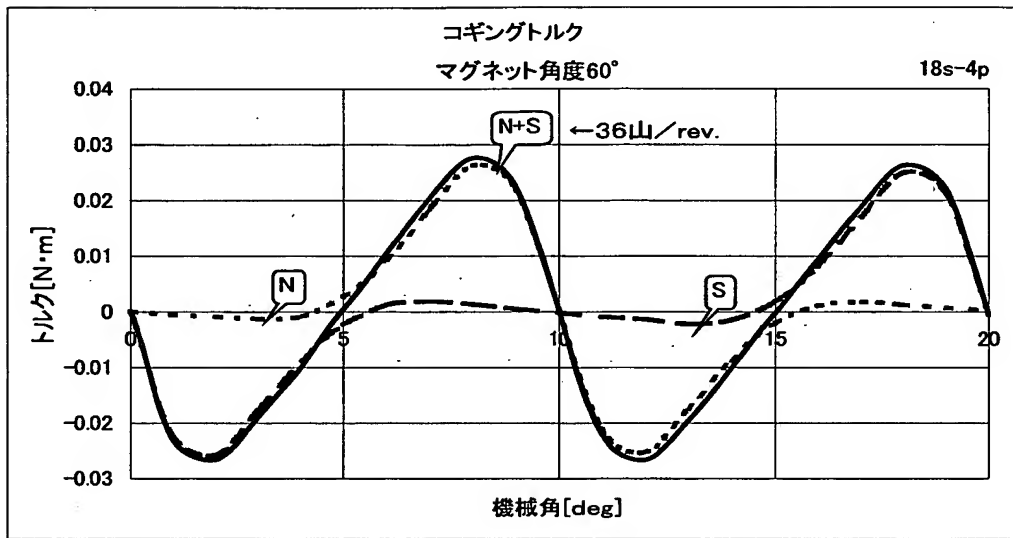
【図 1】



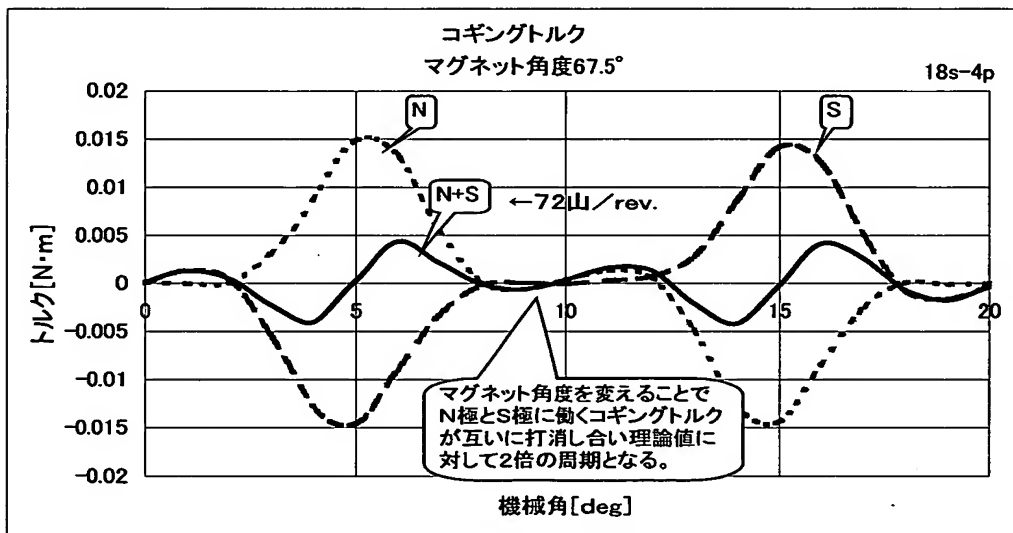
18slot、4pole

【図2】

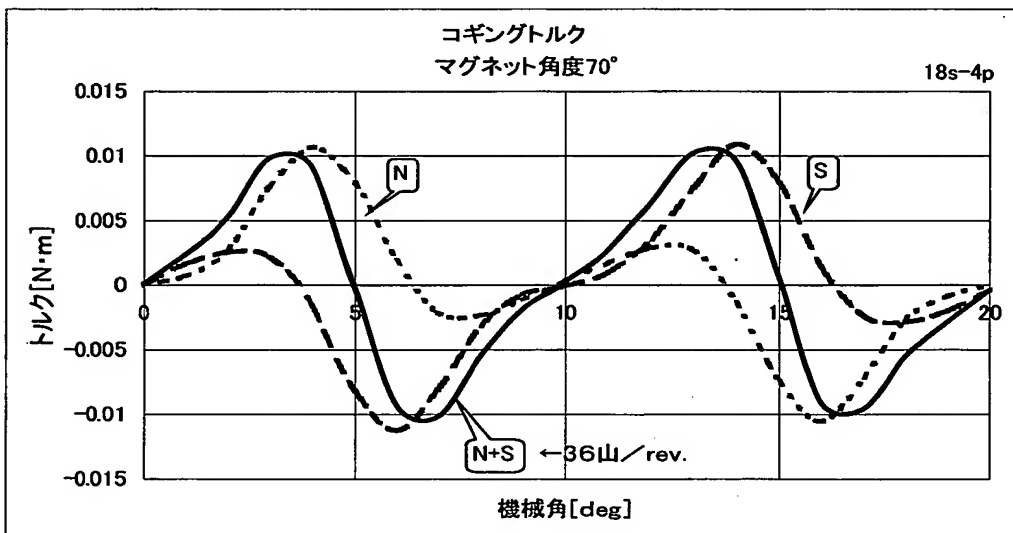
(A)



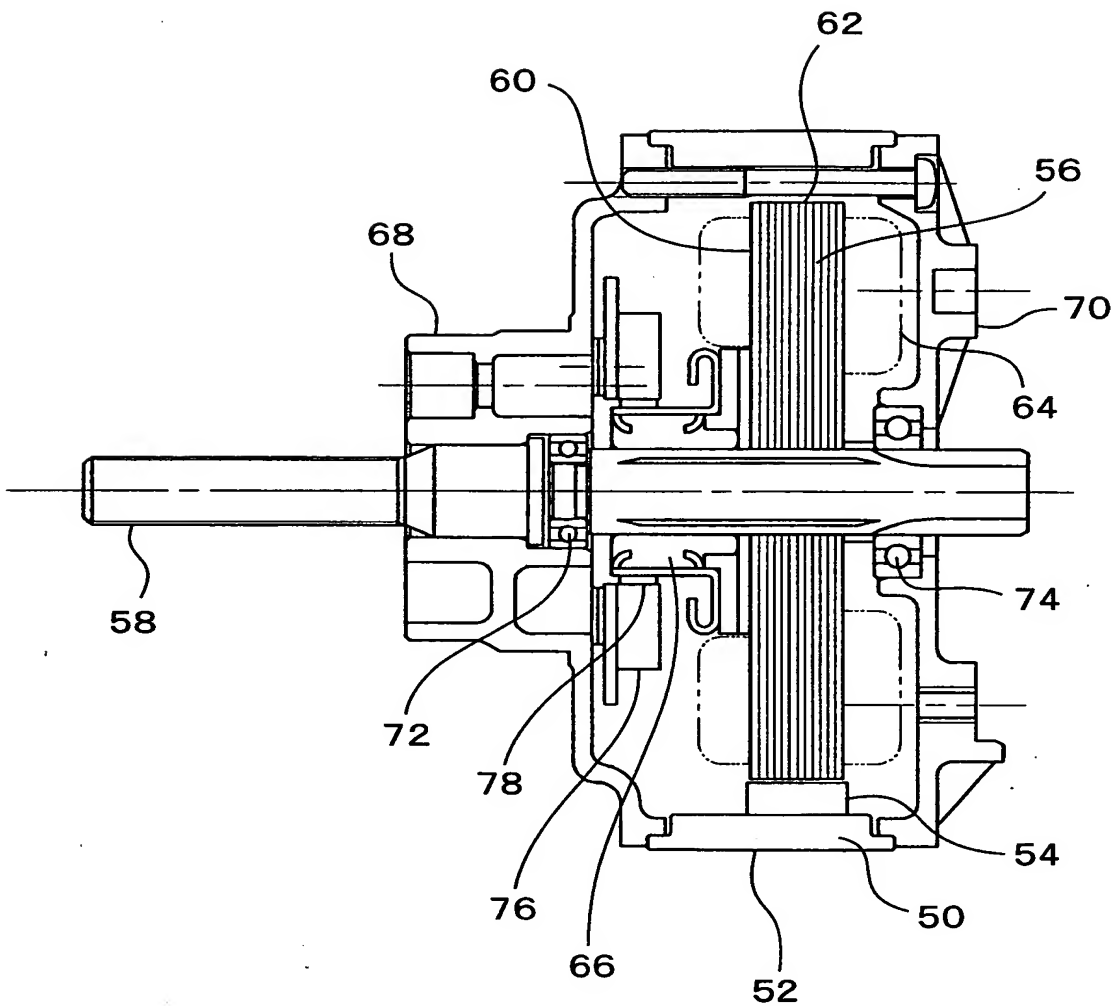
(B)



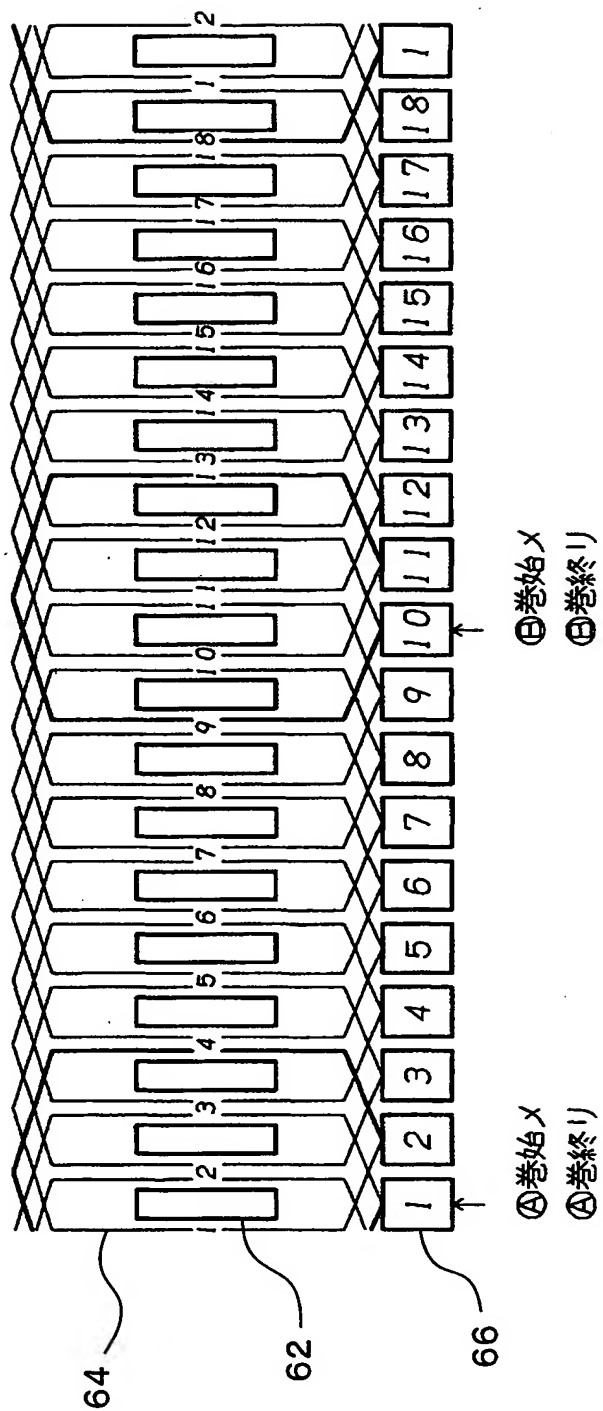
(C)



【図3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 コギングトルクを小さくすることができ、また製作工数が増えず製作を自動化するのに適する永久磁石型回転電機を提供する。

【解決手段】 ポール数  $P$  が 4 以上の偶数である永久磁石式ロータ（14、56）と、スロット数  $S$  が  $P$  の倍数でないステータ（10、50）とを有する永久磁石式回転電機において、全ての永久磁石（18、54）を略同一形状でかつ周方向に略等間隔に配置すると共に、永久磁石（18、54）がロータ中心に対して張るマグネット角度をコギング数がスロット数  $S$  とポール数  $P$  の最小公倍数の 2 以上の整数倍になるように設定した。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-330552
受付番号	50101590508
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成13年10月30日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年10月29日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000191858]

1. 変更年月日	2001年 4月27日
[変更理由]	名称変更
住 所	静岡県周智郡森町森1450番地の6
氏 名	株式会社モリック